Georg Simon Ohm's
wissenschaftliche Leistungen.

Festrede

gehalten in der

öffentlichen Sitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften
zu München

am 28. März 1889

von

Eugen Lommel
o. Mitglied der mathematisch-physikalischen Klasse.

München 1889
im Verlag der k. b. Akademie.

Hochansehnliche Versammlung!

Vor wenigen Tagen — am 16. März — war ein Jahrhundert[1]) verflossen, seit in Erlangen Georg Simon Ohm geboren wurde als Sohn eines Schlossermeisters, eines ungewöhnlichen Mannes, der seine beiden Söhne nicht nur in seinem Handwerk, sondern auch in Mathematik unterrichtete, und auf die hochbegabten Jünglinge den Wissensdrang übertrug, der ihn selbst in bereits gereifteren Jahren zu philosophischen und mathematischen Studien geführt hatte. Der jüngere Bruder, Martin Ohm, wurde ein geachteter Mathematiker, und starb zu Berlin als Professor der Mathematik an der dortigen Kriegsschule, Georg Simon Ohm aber schwang sich empor zur einsamen Höhe jener seltenen Männer, deren Namen mit unvergänglichem Glanze strahlen in der Geschichte der Wissenschaft, welche sie mit epochemachenden Entdeckungen beschenkten.

Nur wenige seiner Zeitgenossen wussten den anspruchslosen Gelehrten nach seinem vollen Werthe zu schätzen und die Tragweite der Gesetze des galvanischen Stromes zu ermessen, mit deren Entdeckung er seine wissenschaftliche Laufbahn eröffnete. Seit Volta am Beginne des Jahrhunderts seine Säule aufgebaut, das wunderbarste Gebilde, das je von menschlichem Scharfsinne erdacht wurde, waren zahlreiche Physiker rastlos thätig, die merkwürdigen und mannigfaltigen Wirkungen des elektrischen Stromes, der die Säule durchfliesst, nach allen Richtungen zu erforschen. Schon 1800 ent-

deckten Nicholson und Carlisle die Wasserzersetzung, zwanzig Jahre später Oersted die Ablenkung der Magnetnadel, Seebeck 1821 die Thermoelektricität, Ampère 1823 die elektrodynamischen Erscheinungen, Schweigger und Poggendorff erfanden 1821 den Multiplicator, ein Instrument, welches es erst möglich machte, die Wirkungen des Stromes mit feineren Messungen zu verfolgen. Jedoch die zahlreichen Beobachtungen, welche sich um so mehr drängten, je mannigfaltigere Forschungsmittel sich darboten, vermochten nicht nur nicht den geheimnissvollen Schleier zu lüften, in welchen die Wirkungen des galvanischen Stromes gehüllt blieben, sie steigerten vielmehr nur noch das Wirrsal der widerstreitenden Meinungen.

Es erweckt demjenigen, der heute die galvanischen Abhandlungen jener Zeit durchblättert, eigenthümliche Empfindungen, die erfahrensten Forscher unsicher im Dunkel umhertasten zu sehen, wo uns jetzt, Dank der Entdeckung Ohm's, Alles klar und einfach vor Augen liegt. Doch die Mehrzahl der damaligen Galvaniker schien sich in dem Labyrinthe zu gefallen, in das sie sich verstrickt hatten; sie ergriffen den Ariadnefaden nicht, den der scharfblickende Forscher endlich gefunden. Die bahnbrechende Leistung Ohm's blieb zunächst im Allgemeinen unbeachtet, nur einzelne Physiker, wie Poggendorff und Schweigger, Pfaff und Fechner erkannten ihre hohe Bedeutung, und bedienten sich erfolgreich der neuen Gesichtspunkte bei ihren Arbeiten.

Es bedurfte eines Anstosses vom Auslande her, um dem Gesetze der Stromstärke — welches, wenn man kurz von dem „Ohm'schen Gesetz“ spricht, immer gemeint wird — auch in Deutschland Anerkennung zu verschaffen. Pouillet hatte das Ohm'sche Gesetz durch Arbeiten, die er in den Jahren 1831 [2]) und 1837 [3]) veröffentlichte, in Frankreich zur Geltung gebracht. Obgleich diese Arbeiten fünf und beziehungsweise elf Jahre später datiren als die Entdeckung Ohm's, so glaubte Pouillet doch, sich selbst für den eigentlichen Entdecker halten zu dürfen, weil er das Gesetz auf experimentellem Wege gefunden, Ohm dagegen, nach Pouillet's Meinung, dasselbe aus

hypothetischen Prämissen nur auf mathematischem Wege hergeleitet habe.

Diese in Frankreich entstandene Legende, dass Ohm sein Gesetz, von einer Hypothese ausgehend, durch blosse Deduction gefunden und erst nachträglich durch Versuche bestätigt habe, hat sich, obgleich mehrfach von berufener Seite [4]) widerlegt, dennoch bis auf unsere Tage erhalten. Man findet diese Darstellung noch heute nicht nur in französischen Werken [5]), sondern unbegreiflicherweise auch in unseren verbreitetsten deutschen Lehrbüchern. Es erscheint daher keineswegs überflüssig, die Geschichte der grossen Ohm'schen Entdeckung auf Grund der Originalabhandlungen nach ihrem thatsächlichen Verlaufe darzulegen.

Die experimentelle Forschung dringt zur Erkenntniss eines Naturgesetzes vor, indem sie zunächst durch Beobachtung und Messung in möglichst zahlreichen Einzelfällen die Abhängigkeit des Bedingten in einer Naturerscheinung von dem Bedingenden feststellt, und nun eine Beziehung in Form einer Gleichung aufsucht, welche diese Abhängigkeit ausdrückt und alle beobachteten Einzelfälle möglichst genau wiedergibt. Bei der Wahl dieser Formel sind Missgriffe nicht ausgeschlossen, die sich nicht immer sofort als solche erkennen lassen. Es kann geschehen, dass die gewählte Gleichung wohl den vorhandenen Beobachtungen, die vielleicht einen zu engen Bereich der bedingenden Grösse umfassen, sich hinreichend anschmiegt, bei weiterer Ausdehnung dieses Bereiches aber versagt; sie kann alsdann nicht als der Ausdruck des gesuchten Naturgesetzes angesehen werden, welches ja alle möglichen Fälle ohne Ausnahme in sich schliessen muss.

Ohm beschritt diesen experimentellen Weg, als er 1825 (damals Oberlehrer am Gymnasium zu Köln) das Gesetz der Stromleitung zu ergründen suchte. In einer Abhandlung: „Vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contact-Elektricität leiten“ (Schweigger's Journal Bd. 44, 1825) beschreibt er die Versuche, die

er zu diesem Zwecke anstellte. Seine „vorläufige“ Anzeige war aber eine „voreilige“, denn die Formel. die er aufstellt:

$$v = m \log \left(1 + \frac{x}{a}\right)$$

worin v den Kraftverlust bei Einschaltung einer Drahtlänge x, m und a constante Grössen bezeichnen, ist unrichtig.

Die Ursache dieses Misserfolges, von Ohm alsbald richtig erkannt, war ausser der zu geringen Ausdehnung der Versuche, das „Wogen der Kraft“ der galvanischen Kette, welches man erst viel später durch die Erfindung der constanten galvanischen Elemente bewältigen lernte.

Noch in demselben Jahre, im Sommer 1825, in demselben Bande der nämlichen Zeitschrift, berichtet Ohm in einem Briefe an Schweigger, dass er sich infolge weiter fortgesetzter Versuche bewogen fand, seine Formel in eine andere, der früheren analoge, umzuwandeln, „die erst dann, wenn $x = \infty$ wird, die Kraft verschwinden lässt.“

Nicht lange danach, im Frühjahr 1826, erschien denn auch jene denkwürdige bahnbrechende Arbeit, welche die experimentelle Entdeckung des Gesetzes der Stromstärke enthält, im 46. Bande von Schweiggers Journal, unter dem Titel: „Bestimmung des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contactelektricität leiten, nebst einem Entwurfe zu einer Theorie des Voltaischen Apparates und des Schweigger'schen Multiplicators.“ Er hoffe jetzt im Stande zu sein, sagt Ohm im Eingange dieser Abhandlung, „ein Gesetz aufzustellen, welches sich sowohl durch vollkommene Uebereinstimmung mit den nach allen Grenzen hin fortgesetzten Versuchen, als auch insbesondere durch die Einheit, welche es über alle den elektrischen Strom angehenden Erfahrungen verbreitet, eine Einheit, wie sie nur im Gefolge der Wahrheit zu erblicken ist, als das reine Gesetz der Natur verkündigt.“

Ohm benutzte nämlich jetzt, um das Wogen der Kraft zu vermeiden, welches in seine früheren Versuche störend eingegriffen

hatte, auf Poggendorff's Empfehlung eine thermoelektrische Kette statt einer hydroelektrischen. Nun ging aus seinen Messungen das Gesetz, dass die Stromstärke im geraden Verhältniss zur erregenden Kraft, zum Gesammtwiderstande im umgekehrten Verhältniss steht, mit voller Klarheit hervor.

Er fasste es in die Gleichung:

$$X = \frac{a}{b + x},$$

„wobei X die Stärke der magnetischen Wirkung auf den Leiter, dessen Länge x ist, a und b aber constante, von der erregenden Kraft und dem Leitungswiderstande der übrigen Theile der Kette abhängige Grössen bezeichnen."

Hiemit hatte er den Schlüssel in der Hand zu den vielerlei Räthseln, vor welchen die Physiker bisher rathlos gestanden hatten. Und er wusste ihn zu gebrauchen, diesen Schlüssel. „Nachdem unsere Gleichung", sagt er weiterhin, „durch die Treue, womit sie alle durch die thermoelektrische Kette in so grossem Umfange erhaltenen Resultate immer wiedergibt, sich als den gültigen Repräsentanten der Natur hinlänglich bewährt hat, wollen wir sie weiter verfolgen, um zu sehen, was sie noch in ihrem Schoosse birgt."

Er entwickelt sodann, ganz in derselben Weise, wie es noch heute in unseren Lehrbüchern nach seinem Beispiel geschieht, die Eigenschaften der galvanischen Batterien und des Multiplicators, welche bisher so unentwirrbar und unverständlich erschienen waren. Mit gerechtem Stolz, im Gefühle überquellender Freude, das Antlitz der Wahrheit geschaut zu haben, durfte er am Schlusse seiner epochemachenden Arbeit aussprechen: „Die hier in groben Zügen entworfenen Theorien der Säule und des Multiplicators bestätigen fast noch mehr als die Versuche selbst, aus denen sie geflossen sind, die Wahrheit des in dieser Abhandlung entwickelten Gesetzes der Leitung der Elektricität an Metallen. Die dem Scheine nach verschiedenartigsten Wirkungen der galvanischen Kette reihen sich in bunter Mannigfaltigkeit zu einem schönen Ganzen."

Was Ohm an dieser Stelle und in der Ueberschrift seiner Abhandlung „Theorie“ nennt, beschränkt sich auf die nächstliegenden Folgerungen aus seinem inductiv gefundenen Grundgesetz, und hat methodisch nichts gemein mit der eigentlich so genannten Theorie, die er in seinem späteren berühmten Werke „die galvanische Kette“ aus vorangestellten, zum Theil hypothetischen Grundanschauungen deductiv entwickelt hat.

Wie aus diesen Erörterungen zur Genüge hervorgeht, hat Ohm sein Gesetz auf rein empirischem Wege entdeckt. Was Pouillet sechs Jahre später, als er im October 1831 mit einer Arbeit über die Anwendung der Thermokette zur Herleitung der Intensitätsgesetze eines constanten Stromes hervortrat, zuerst gethan zu haben glaubte, ist in dieser Arbeit Ohm's in vollkommener Weise bereits gethan. Nirgends in seiner Abhandlung findet sich auch nur eine Andeutung einer hypothetischen Conception, die ihn bei der Wahl des mathematischen Ausdrucks hätte leiten können. Der bereits erwähnte Umstand, dass die zuerst von ihm aufgestellte Formel irrig war, liefert den schlagenden Beweis, dass ihm damals die theoretischen Vorstellungen, aus welchen er später das Gesetz mathematisch herzuleiten vermochte, noch völlig fern lagen.

Diese mustergiltige, rein experimentelle Abhandlung enthält die Entdeckung des Gesetzes der Stromstärke, welches Ohm's Namen unsterblich gemacht hat, voll und ganz, sammt den wichtigsten daraus zu ziehenden Folgerungen. Sie ist daher ihrem inneren Werthe nach als die gewichtigste den übrigen elektrischen Arbeiten Ohm's unbedingt voranzustellen, auch vor die berühmteste seiner Schriften: „Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet“, welcher bisher in der öffentlichen Meinung der erste Rang eingeräumt war. Denn in jener Arbeit hat er der Natur selbst ihr Geheimniss entwunden, in ihr das ewige, unabänderliche Naturgesetz verkündigt, das alle Wandelungen theoretischer Meinungen überdauern wird.

Ein Geist wie derjenige Ohm's, mathematisch geschult und gewohnt, nach den Ursachen und Erscheinungen zu fragen, musste

bald das Bedürfniss empfinden, das inductiv Erkannte auch als nothwendige Folgerung aus einfachen Vorstellungen über die Art, wie die Elektricität an den Berührungsstellen differenter Körper hervortritt und in leitenden Körper sich ausbreitet, deductiv herzuleiten. Noch in demselben Jahre 1826, in der Abhandlung: „Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen“ (Pogg. Ann. Bd. 6 und 7) meldet er das glückliche Gelingen seines Vorhabens, indem er auf diesem entgegengesetzten Wege nicht nur das vorher experimentell ermittelte Gesetz der Stromstärke wiederfindet, sondern noch ein zweites nicht minder wichtiges, das elektroskopische oder Spannungsgesetz, endeckt.

Diese Mittheilung war nur die Vorläuferin des schon mehrfach erwähnten classischen Werkes: „Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet“, welches er in der Musse, die ihm ein erbetener Urlaub gewährte, schuf und im Mai 1827 erscheinen liess. In dieser Schrift geht sein Streben dahin, wie er selbst in der Einleitung sich ausdrückt, „aus einigen wenigen Principien den Inbegriff derjenigen elektrischen Erscheinungen in geschlossenem Zusammenhange abzuleiten, welche unter dem Namen der galvanischen begriffen werden; ihre Absicht ist erreicht, wenn auf solche Weise die Mannigfaltigkeit der Thatsachen unter die Einheit des Gedankens gestellt wird.“ Er hat diese Absicht in der That auf's vollkommenste erreicht, indem er die Vorstellungen von Laplace, Poisson und insbesondere Fourier über die Wärmeleitung auf die Elektricitätsleitung übertrug, und mit dem mathematischen Rüstzeug, das jene Forscher für ihre Zwecke bereits geschaffen hatten, die Gesetze der elektrischen Strömung entwickelte. Die geistvolle Theorie Ohm's steht als festgefügter Bau noch heute unerschüttert da; um sie mit den jetzigen Anschauungen über das Verhalten der Elektricität in Einklang zu bringen, genügt die Bemerkung, dass das, was Ohm „elektroskopische Kraft“ oder „Spannung“ nennt, nichts anderes als das elektrische Potential ist. Die Laplace'-Poisson'sche Gleichung, die auch bei Ohm die Grundlage der Entwickelung bildet, zeigt alsdann freilich,

dass bei einem von stationären Strömen durchflossenen Leiter wie bei einem in elektrischem Gleichgewicht befindlichen die freie Elektricität nur auf der Oberfläche sich ausbreitet, nur dass diese oberflächliche Schicht im Zustande der Strömung eine andere Vertheilung zeigt als im Zustande des Gleichgewichts. Ohm dagegen hatte angenommen, dass die freie Elektricität durch den ganzen Querschnitt des durchströmten Leiters verbreitet sei, eine Annahme, welche, weil sie dem Wesen der Elektricität fremdartig erschien, manchen Widerspruch hervorrief. Die neuere Anschauung, indem sie diesen Widerspruch beseitigt, ohne das geringste an den Ohm'schen Formeln und Schlüssen zu ändern, hat der Theorie somit nur erhöhte Festigkeit verliehen. Die Erweiterung, welche die Theorie später durch ihre Anwendung auf Leiter von zwei und drei Dimensionen erfuhr, war eine von Ohm selbst bereits vorgesehene naheliegende Verallgemeinerung seiner Betrachtungsweise. Auch die Darlegungen, welche Ohm in seinem tiefdurchdachten Werke über die nicht stationären oder Ladungsströme mittheilt, sind heute noch in unveränderter Geltung.

Wie bereits betont, wurde durch diese Arbeit das Gesetz der Stromstärke nicht erst entdeckt, sondern das durch Versuche gefundene und bewahrheitete Gesetz diente nur als Prüfstein der Theorie, aus welcher es sich als nothwendige Folgerung ergab. Aber der Glanz dieser theoretischen Leistung verdunkelte so sehr die vorausgegangene mühsame Arbeit empirischer Forschung, dass die Entstehung jener Legende, Ohm habe sein Gesetz aus anfechtbaren Hypothesen nur rechnerisch abgeleitet, einigermasssen begreiflich erscheint.

Zunächst wurde jedoch unserm Ohm auch nicht einmal diese Anerkennung zu Theil; sein Werk fand in weiteren Kreisen keine Beachtung, von manchen Seiten scharfen Tadel, nur bei Wenigen aufrichtigen Beifall. In seiner Hoffnung, die akademische Laufbahn betreten zu können, durch unfreundliche Zurückweisung getäuscht, legte er sein Amt als Gymnasiallehrer nieder, und trat entmuthigt in's Privatleben zurück. Wie lähmend auch die gedrückte Lage, in

die er sich nun versetzt sah, auf seinen Geist wirken mochte, ganz unfruchtbar für die Wissenschaft blieb diese sechsjährige Periode (bis zu seiner Ernennung zum Professor der Physik an der polytechnischen Schule in Nürnberg, 1833) dennoch nicht. In einer Reihe von Abhandlungen, die meist in Schweiggers Journal erschienen, lieferte er erneute experimentelle Nachweise der von ihm entdeckten Gesetze; wir finden in diesen inhaltreichen Schriften das Gesetz der Stromverzweigung (Schweigg. Journ. Bd. 49. 1827), Beobachtungen über das Wogen der Kraft, über Polarisation der Elektroden und Uebergangswiderstand, ferner Methoden zur Bestimmung des galvanischen Widerstandes und der elektromotorischen Kraft. Besonders hervorzuheben aus dieser Zeit (1830) als ein Muster experimenteller Forschung ist die Abhandlung: „Versuche zu einer näheren Bestimmung der Natur unipolarer Leiter“, in welcher die bis dahin räthselhaft gebliebene Erscheinung der sogenannten unipolaren Leitung durch eine streng gegliederte Reihe scharfsinniger Versuche vollkommen aufgeklärt wird.

Durch die bereits erwähnte Arbeit Pouillets vom Jahre 1837 und dessen daran geknüpfte Ansprüche wurde endlich die allgemeine Aufmerksamkeit der Physiker des In- und Auslandes den Ohm'schen Entdeckungen zugewendet. Insbesondere in England erkannte man sofort ihre tiefgreifende Bedeutung. Die Royal Society verlieh dem bescheidenen deutschen Gelehrten in ihrer Jahressitzung vom 30. November 1841 die goldene Preismedaille, welche Copley zur Belohnung der hervorragendsten Entdeckungen auf dem Gebiete exacter Forschung gestiftet hatte, und begleitete die Verleihung mit einer Begründung,[6]) welche, indem sie die Verdienste Ohm's um den Galvanismus in treffenden Worten kennzeichnet, der gelehrten Gesellschaft nicht minder zur Ehre gereicht als dem Empfänger des Preises. So wurde Ohm vom Auslande her die späte Anerkennung zu Theil, die ihm das Vaterland so lange vorenthalten hatte. Seiner Dankbarkeit gab er in der Folge rührenden Ausdruck auf dem Zueignungsblatt, womit er sein Werk „Beiträge zur Molekularphysik“ der Royal

Society in London widmete, „die durch ihren Beifallsruf zu fortgesetztem Kampfe im Felde des Wissens seinen durch vorangegangene abschreckende Begegnung erweichten Muth von Neuem stählte.“

In der That, seine Schaffenskraft, die während der letzten Jahre brach zu liegen schien, erwachte nun von neuem. Alsbald gelang ihm ein zweiter grosser Wurf, und zwar auf dem Gebiete der Akustik, das er bereits 1839 mit einer kleinen Notiz über Combinationstöne betreten hatte. In der Abhandlung: „Ueber die Definition des Tones nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildender Vorrichtungen“ stellte er 1843 das ebenfalls nach seinem Namen benannte akustische Gesetz auf, welches, indem es in das bis dahin unbegriffene Wesen der musikalischen Klänge den klarsten Einblick eröffnet, gegenwärtig die Akustik ebenso beherrscht, wie seine Gesetze des elektrischen Stromes den Galvanismus. Dieses Ohm'sche Gesetz sagt aus, dass das menschliche Ohr nur eine pendelartige Schwingung als einen einfachen Ton empfindet, und jede andere periodische Bewegung zerlegt in eine Reihe pendelartiger Schwingungen, welche es aus dem entsprechenden Klange als eine Reihe von Einzeltönen, Grundton mit Obertönen, heraushört. Ohm gelangte zu diesem Satz durch mathematische Betrachtungen unter Benutzung der Fourier'schen Reihen; zur experimentellen Bestätigung musste ihm, dem musikalisches Gehör völlig abging, ein Freund sein feingebildetes Ohr leihen.

Wie seine Stromgesetze, fand auch dieses akustische Gesetz bei seinen Zeitgenossen keine Anerkennung, ja es wurde von Seebeck, einem der hervorragendsten Forscher auf diesem Gebiete, sogar bekämpft; der neue Gedanke trat eben gar zu fremdartig in den damals gewohnten Vorstellungskreis. Erst nachdem Helmholtz die experimentellen Hilfsmittel geschaffen, welche auch dem ungeübten Ohre gestatten, eine Klangmasse in ihre einfachen Partialtöne zu zerlegen, und in seinem acht Jahre nach Ohm's Tod erschienenen classischen Werke: „Die Lehre von den Tonempfindungen“ auf Grundlage des Ohm'schen Gesetzes die Akustik und die Theorie der

Musik völlig umgestaltet hatte, gelangte der Ohm'sche Satz zu allgemeiner Anerkennung.

Schon damals (1827), als Ohm den Anhang zu seinem Werke: „Die galvanische Kette“ schrieb, trat ihm der Gedanke mächtig entgegen, „es müsse sich der Bau des physischen Körpers in solcher Weise auffassen lassen, dass mit jenen Eigenschaften des materiellen Raumerfüllenden, die wir vorzugsweise als ihm angehörige in's Auge zu fassen gewohnt sind, zugleich und nothwendigerweise auch alle die gegeben seien, welche wir uns bis dahin mehr wie seine Gäste, die ihn von Zeit zu Zeit heimsuchen, vorzustellen pflegten, und wofür man, wenn nicht ausser doch neben dem Körper liegende Ursachen erdacht hat, die als massenlose und doch selbständige Naturdinge gelten unter den Namen Licht, Wärme, Elektricität u. s. w.“ Diesem Gedanken entsprang der gross angelegte Plan zu seinen leider unvollendet gebliebenen „Beiträgen zur Molekular-Physik“, zu dessen Verwirklichung die ihm von der Royal Society gewordene Anerkennung neuen Muth verlieh. Er wollte, so scheint es, aus bestimmten Annahmen über Beschaffenheit, Form, Grösse und Wirkungsweise der Atome mit Hilfe der analytischen Mechanik alle jene Erscheinungen als nothwendige Consequenzen ableiten; er wollte ein Werk schaffen, das für den Mikrokosmus der Atomenwelt werden sollte, was Newton's „Principia“ für den Makrokosmus des Himmelsraumes geworden sind. Es erschien jedoch blos der erste Band des Werkes, welcher unter dem Sondertitel: „Elemente der analytischen Geometrie im Raume am schiefwinkligen Coordinatensysteme“ nur mathematische Vorbereitungen zu dem eigentlichen Vorhaben enthält. Ein zweiter Band sollte der „Dynamik der Körpergebilde“, ein dritter und vierter den eigentlichen physikalischen Untersuchungen gewidmet sein.

Mitten in eifriger Arbeit an seiner umfassenden Aufgabe wurde er gegen Ende des Jahres 1849 nach München berufen als Conservator der mathematisch-physikalischen Sammlungen bei der k. Akademie der Wissenschaften, als Referent für die Telegraphenverwaltung

im Staatsministerium, und mit der Verpflichtung, als Professor an der Universität Vorlesungen über Physik und Mathematik zu halten. So ging dem Sechzigjährigen der frühgehegte Wunsch nach der akademischen Laufbahn spät in Erfüllung, zu spät, und darum schwerlich zum Nutzen der Wissenschaft. Denn die mannigfaltigen Pflichten des neuen Wirkungskreises hinderten ihn an der Vollendung seines grossen Werkes, und beraubten die Nachwelt des Vermächtnisses, das Ohm aus seinem reichen Gedankenschatz ihr zu hinterlassen gedachte.

Hiemit soll jedoch keineswegs gesagt sein, dass die Münchener Periode ganz ohne Gewinn für die Wissenschaft geblieben sei. Von jeher war die Optik ein Lieblingsfeld seiner Beschäftigung gewesen. Bereits 1840 hatte er in Poggendorffs Annalen (Bd. 49) die „Beschreibung einiger einfachen und leicht zu behandelnden Vorrichtungen zur Anstellung der Licht-Interferenz-Versuche“ veröffentlicht, worin er zeigt, wie man sich aus gewöhnlichem Spiegelglas Fresnel'sche Interferenzprismen von vorzüglicher Wirkung verfertigen, ja sogar einen blossen Abschnitt vom Rande einer Spiegelglasscheibe hiezu benutzen kann. In der 1852 und 1853 erschienenen grossen Abhandlung: „Erklärung aller in einaxigen Krystallplatten zwischen geradlinig polarisirtem Lichte wahrnehmbaren Interferenz-Erscheinungen“ hat er sich zum Ziele gesetzt, die Theorie dieser formen- und farbenreichen Erscheinungen in allgemeinerer Weise, als bis dahin geschehen war, zu entwickeln, und gelangte in der That zu einer alle Einzelfälle umfassenden Formel von grosser Einfachheit und Eleganz. Diese Arbeit berührt sich in vielen Punkten mit einer schon 1841 von Professor Langberg in Christiania im norwegischen „Magazin for Naturvidenskaberne“ ausführlich und 1842 im ersten Ergänzungsband zu Poggendorffs Annalen auszüglich veröffentlichten Abhandlung: „Analyse der isochromatischen Curven und der Interferenz-Erscheinungen in combinirten einaxigen Krystallen,“ welche Ohm jedoch erst kennen lernte, als seine durch jene keineswegs überflüssig gewordene Arbeit bereits vollendet war. Auch die Er-

scheinung der elliptischen Interferenzringe, durch welche Ohm zu seiner Arbeit den Anstoss erhalten hatte, war von Langberg damals schon beobachtet worden.

Zu den Ursachen, welche Ohm an der Weiterführung und Vollendung der Molekularphysik hinderten, ist auch die Abfassung eines Lehrbuches der Physik für seine Zuhörer zu rechnen, zu welcher Arbeit er sich trotz des „Widerwillens, den er von jeher gegen die Ausarbeitung eines Leitfadens empfand“, durch das übernommene Lehramt verpflichtet fühlte. Die rasche Fertigstellung des durchaus originalen Buches bewirkte er dadurch, dass er seine Vorlesungen, in dem Masse als er sie hielt, lithographirt an seine Zuhörer hinausgab. Die Anstrengungen, die mit einer so beschleunigten Lösung einer schwierigen Aufgabe nothwendig verbunden waren, wirkten nachtheilig auf seine Gesundheit ein, wie er am Schlusse der Vorrede seines Lehrbuches (Ostern 1854) wehmüthig bekennt. Noch eine andere Aeusserung, der wir im Texte des Buches begegnen, lässt sein Gefühl, dass seine Kräfte erschöpft seien, ahnungsvoll durchschimmern. Am 6. Juli 1854 erlosch sein reiches, bis zum letzten Athemzug der Erforschung der Wahrheit geweihtes Leben infolge eines wiederholten Schlaganfalls.

Wir haben bisher in flüchtigen Zügen zu schildern versucht, was Ohm für die Wissenschaft gewesen ist, ohne von seinen äusseren Lebensumständen mehr zu erwähnen, als im Zusammenhange mit seinen wissenschaftlichen Leistungen unumgänglich nöthig war. Es scheint diess um so mehr gestattet zu sein, als einerseits bereits 1855 Lamont[7]) von dieser Stelle aus eine auch das biographische Moment berücksichtigende Denkrede gehalten, andrerseits ein anderes Mitglied unserer Akademie, Herr Geheimrath von Bauernfeind[8]), ein Schüler und Freund des Verewigten, in seiner „Gedächtnissrede auf Ohm, den Physiker“ eine erschöpfende Darstellung des Lebens seines Lehrers aus eigener Kenntniss und nach den zuverlässigsten Quellen gegeben hat.

Die Thaten eines Gelehrten sind seine wissenschaftlichen Forschungen. Aber nicht eingeschlossen in das Studirzimmer oder in das Laboratorium bleibt die erforschte Wahrheit, sie tritt vielmehr, wenn die Stunde gekommen ist, aus der Enge hinaus in rege Wechselwirkung mit dem raschen Pulsschlag des Lebens; und was in uneigennützigem Streben nach Erkenntniss, aus reiner Liebe zur Wissenschaft in der Stille gefunden worden, ist oft dazu bestimmt, als mächtiger Hebel den Kulturfortschritt unseres Geschlechtes zu fördern. Wer hätte, als vor nunmehr nahezu hundert Jahren Galvani einen Froschschenkel unter dem Einfluss zweier sich berührenden Metalle zucken sah, damals ahnen können, dass die Naturkraft, welche diese Zuckung bewirkte, den menschlichen Gedanken unter den Wassern des Oceans blitzschnell nach fernen Welttheilen tragen und selbst den Laut des gesprochenen Wortes in die Ferne hörbar vermitteln, dass diese Naturkraft, nachdem man sie durch unablässige Forschung zu gewaltiger Stärke steigern gelernt, unsere Nächte sonnengleich erleuchten würde? Diese grossartige Entwickelung der Elektrotechnik, der wir in den letzten Jahrzehnten mit staunendem Blicke gefolgt sind, konnte sich aber nur vollziehen auf der zuverlässigen Grundlage der Ohm'schen Gesetze. Denn nur wer die Gesetze einer Naturkraft durchschaut hat, vermag sie zu beherrschen. Ohm hat, indem er der Natur ihr lange verhülltes Geheimniss entrang, der Gegenwart das Scepter dieser Herrschaft in die Hand gedrückt.

Dieses hohe Verdienst Ohm's und die fundamentale Bedeutung seiner Gesetze für die Wissenschaft sowie für die Technik der Elektricität ist heutzutage allgemein anerkannt. Um sein Andenken dauernd zu ehren, beschloss der im Jahre 1881 zu Paris versammelte internationale Congress der Elektriker, die damals festgesetzte und jetzt allgemein angenommene Masseinheit des Leitungswiderstandes nach dem Namen dessen, der diesen wichtigen Begriff in die Wissenschaft und damit auch in die Technik eingeführt hat, „ein Ohm“ zu nennen. So kam es, dass der Name des bescheidenen Gelehrten, der niemals nach Glanz und Ruhm gestrebt hat, jetzt

täglich genannt wird von den Lippen der Tausende, die in der hochentwickelten elektrotechnischen Industrie thätig sind.

Ist dieses ideale Denkmal auch das denkbar schönste und dauerndste, so scheint uns doch die Pflicht der Dankbarkeit zu gebieten, dass die Nachwelt, welche die reichen Früchte seines Forscherfleisses erntet, das Andenken des grossen Physikers auch durch ein äusserlich sichtbares Denkmal ehre.

Um diesen Gedanken zu verwirklichen, hat sich aus Anlass des hundertjährigen Geburtsfestes Ohm's, das wir heute nachträglich feiern, ein Comité gebildet für Errichtung eines Ohm-Standbildes in München, der Hauptstadt seines engeren Vaterlandes, wo er noch am Abend seines Lebens den seiner würdigen langentbehrten Wirkungskreis gefunden hat.

Unsere Anregung fand nicht nur innerhalb der Grenzen des deutschen Reiches, sondern weit darüber hinaus, lebhafte Zustimmung und thätige Förderung; und so dürfen wir hoffen, dass in nicht zu ferner Zeit in unserer Hauptstadt ein würdiges Denkmal sich erheben wird, ein sichtbares Zeugniss für den Ruhm unseres grossen Landsmannes, ein Zeugniss auch für den ihm gezollten Dank der Nationen.

Anmerkungen.

1) Dass G. S. Ohm 1789 geboren wurde, und nicht 1787, wie sich sonst angegeben findet, hat M. von Bauernfeind in seiner „Gedächtnissrede“, München, 1882, nachgewiesen.

2) Diese Arbeit Pouillet's, der Pariser Akademie vorgelegt am 3. Oktober 1831, wurde niemals in extenso veröffentlicht; es erschien nur ein Auszug davon in der Zeitschrift Lycée.

3) Pouillet, Mémoire sur la pile de Volta et sur la loi générale d'intensité que suivent les courants etc. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences 4. p. 267—279. 1837.

4) Beetz, Fortschritte der Physik. Bd. I. p. 445. 1847. — M. von Bauernfeind, Gedächtnissrede auf G. S. Ohm, München, 1882.

5) Die Anschauung der französischen Physiker in dieser Frage ist wohl am besten zu entnehmen aus der Darstellung, welche in dem vorzüglichen Lehrbuch „Cours de Physique de l'école polytechnique, par M. J. Jamin“, 3me éd. par M. Jamin et M. Bouty 1883 t. IV. p. 33 unter der Ueberschrift: „Historique de la loi de Ohm“ gegeben ist. Es heisst daselbst, nachdem vorher von Arbeiten Davy's und Becquerel's über die Leitungsfähigkeit von Metallen die Rede war: „Enfin, en 1827, Ohm traita complètement la question et la résolut tout entière en partant de cette idée théorique que l'électricité se propage dans les conducteurs comme la chaleur dans un mur; ensuite, il vérifia par l'expérience quelques-uns des résultats où son hypothèse l'avait conduit; en 1831, Fechner continua ces vérifications par des procédés qui n'avaient pas d'ailleurs une grande précision. Jusque-là, la question avait été toute théorique, et, comme l'expérience n'était intervenue que pour justifier incomplètement les conséquences d'hypothèses heureuses, on ne doit pas s'étonner que des travaux si importants aient eu quelque peine à se faire accepter. Ils étaient encore inconnus en France, lorsqu'en 1837

Pouillet retrouva toutes les lois de Ohm par la seule étude expérimentale des piles et sans faire appel à aucune considération théorique. Il est donc incontestable que c'est à Ohm qu'on doit d'avoir prévu et énoncé le premier les résultats que nous allons exposer, mais il faut s'empresser d'ajouter que Pouillet les a fait admettre en les appuyant sur des démonstrations expérimentales irrécusables."

In dem Literaturnachweis hiezu ist wohl die erste (missglückte) Arbeit Ohm's: „Vorläufige Anzeige etc." vom Jahre 1825, nicht aber jene wichtigste Abhandlung: „Bestimmung des Gesetzes etc." vom Jahre 1826, welche die experimentelle Entdeckung des Gesetzes der Stromstärke enthält, citirt.

6) Diese Begründung (Proceedings of the Royal Society Bd. IV. p. 336) lautet folgendermassen:

The Council has awarded the Copley Medal for the present year to Dr. G. S. Ohm, of Nuremberg, for his researches into the laws of Electric Currents, contained in various memoires published in Schweiggers Journal, Poggendorffs Annalen, and also in a separate work, entitled: „Die galvanische Kette mathematisch bearbeitet," published at Berlin in the year 1827. In these works, Dr. Ohm has established, for the first time, the laws of the electric circuit; a subject of vast importance, and hitherto involved in the greatest uncertainty. He has shown that the usual vague distinctions of intensity and quantity have no foundation, and that all the explanations derived from these considerations are utterly erroneous. He has demonstrated, both theoretically and experimentally, that the action of a circuit is equal to the sum of the electromotive forces divided by the sum of the resistances; and that whatever be the nature of the current, whether voltaic or thermo-electric, if this quotient be equal, the effect is the same. He has also shown the means of determining with accuracy the values of the separate resistances and electromotive forces in the circuit. The light which these investigations have thrown on the theory of current electricity is very considerable; and although the labours of Ohm were, for more than ten years, neglected, (Fechner being the only author who, within that time, admitted and confirmed his views), within the last five years, Gauss, Lenz, Jacobi, Poggendorff, Henry, and many other eminent philosophers, have acknowledged the great value of his researches, and their obligations to him in conducting their own investigations. Had the works of Ohm been earlier known, and their value recognised, the industry of experimentalists would have been better rewarded. In this country those who have had most experience in researches in which voltaic agency is concerned, have borne the strongest testimony to the assistance they have derived from this source, and to the invariable

accuracy with wich the observed phenomena have corresponded with the theory of Ohm. This accordance, it may be observed, is altogether independent of the particular hypothesis which may be adopted as to the origin of electromotive force; and obtains equally, whether that force is regarded as being derived from the contact of dissimilar metals, or as referable to chemical agency."

In der beigegebenen Aufzählung der Abhandlungen Ohm's fehlt auch hier die Abhandlung: „Bestimmung des Gesetzes etc.," in welcher die experimentelle Entdeckung des Gesetzes der Stromstärke enthalten ist. Dieselbe scheint, da sie nicht wie die „Vorläufige Anzeige etc." in der verbreitetsten Zeitschrift „Poggendorffs Annalen" zum Abdruck kam, nicht hinreichend beachtet und niemals ihrem hohen Werthe entsprechend gewürdigt worden zu sein.

7) Lamont, Denkrede auf die Akademiker Dr. Thaddäus Siber und Dr. Georg Simon Ohm. München, 1855.

Man vergleiche ferner:

Friedrich von Thiersch, Rede über das hohe Geburtsfest Sr. Maj. des Königs Maximilian II. und die Veränderung im Personalstande der k. Akademie der Wissenschaften. München 1855. (Darin eine Würdigung der Verdienste Ohm's von Prof. Seidel.)

Beetz, der Antheil der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften an der Entwickelung der Elektricitätslehre. München 1873.

8) Carl Max von Bauernfeind, Gedächtnissrede auf Georg Simon Ohm den Physiker gehalten bei der Jahresschlussfeier der K. Technischen Hochschule zu München am 28. Juli 1882. München 1882.

Verzeichniss der Schriften
G. S. Ohm's
in chronologischer Reihenfolge.

Grundlinien einer zweckmässigen Behandlung der Geometrie als höheren Bildungsmittels an vorbereitenden Lehranstalten. Erlangen, 1817.

Vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contact-Electricität leiten. Schweigger's Journ. für Chemie und Physik, 44. p. 110—118. Pogg. Ann. 4 p. 79—86. 1825.

Ueber das Döbereiner'sche Feuerzeug. Pogg. Ann. 4. p. 86—87. 1825.

Ueber Leitungsfähigkeit der Metalle für Elektricität. Schweigg. Journ. 44. p. 245—247. 1825.

Ueber Elektricitätsleiter. Brief an Schweigger. Schweigg. Journ. 44. p. 370 bis 373. 1825.

Bestimmung des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contactelektricität leiten, nebst einem Entwurfe zu einer Theorie des Voltaischen Apparates und des Schweigger'schen Multiplicators. Schweigg. Journ. 46. p. 137 bis 166. 1826.

Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen. Pogg. Ann. 6. p. 459—469; 7. p. 45—54. 1826.

Ein Nachtrag zu dem vorstehenden Aufsatz. Pogg. Ann. 7. p. 117—118. 1826.

Einige elektrische Versuche. Schweigg. Journ. 49. p. 1—8. 1827.

Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet. Berlin, 1827.

Nachträge zu Ohm's mathematischer Bearbeitung der galvanischen Kette; Sendschreiben des Dr. G. S. Ohm, Professor zu Berlin, an den Hofrath Pfaff, Professor zu Erlangen. Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre, 14, p. 475—493. 1828.

Experimentale Beiträge zu einer vollständigen Kenntniss des elektromagnetischen Multiplicators. Schweigg. Journ. 55. p. 1—64. 1829.

Anhang zur vorhergehenden Abhandlung. Schweigg. Journ. 55. p. 72—74. 1829.

Theoretische Herleitung der Gesetze, nach welchen sich das Erglühen von Metalldrähten durch die galvanische Kette richtet, und nähere Bestimmung der Modification, die der elektrische Strom durch den Einfluss von Spitzen erleidet. Kastner's Archiv, 16. p. 1—53. 1829.

Nachweisung eines Ueberganges von dem Gesetze der Elektricitätsverbreitung zu dem der Spannung. Kastner's Archiv, 17. p. 1—25. 1829.

Ergänzender Nachtrag zu dem in diesem Archive (B. XVII. H. 1 S. 1—25) erschienenen Aufsatz. Kastner's Archiv, 17. p. 452—461. 1829.

Allgemeine und vollständige Berechnung aller beim Gleichgewichte mit Rücksicht auf Zapfenreibung vorkommenden Bestimmungsstücke. Crelle's Journal für Mathematik. 5. p. 51—92. 1829.

Gehorcht die hydroelektrische Kette den von der Theorie ihr vorgeschriebenen Gesetzen, oder nicht? Frage und Antwort. Schweigg. Journ. 58. p. 393 bis 429. 1830.

Versuche zu einer nähern Bestimmung der Natur unipolarer Leiter. Schweigg. Journ. 59. p. 385—435; 60 p. 32—59. 1830.

Versuche über den elektrischen Znstand der geschlossenen einfachen galvanischen Kette und daran geknüpfte Beleuchtung einiger dunkeler Stellen in der Lehre vom Galvanismus. Schweigg. Journ. 63. p. 1—26; p. 159 bis 189. 1831.

An Thatsachen fortgeführte Nachweisung des Zusammenhangs, in welchem die mannigfaltigen Eigenthümlichkeiten galvanischer, insbesondere hydroelektrischer Ketten unter einander stehen.

Einleitung. Allgemeine Gesetze der galvanischen Kette. Schweigg Journ. 63. p. 385—436. 1831.

Veränderungsfähigkeit der hydroelektrischen Kette und Bestimmung der Natur solcher Veränderungen. Ib. 64. p. 20—37. 1832.

Vom Wogen der Kraft in der hydroelektrischen Kette. Ib. 64. p. 138—158. 1832.

Vom Widerstande des Uebergangs und von der Ladung der Metalle. Schlussbemerkungen. Ib. 64. p. 257—283. 1832.

Ueber eine verkannte Eigenschaft der gebundenen Elektricität. Schweigg. Journ. 65. p. 129—147. 1832.

Zur Theorie der galvanischen Kette. Schweigg. Journ. 67. p. 341—354. 1833.

Bemerkungen über Combinationstöne und Stösse. Pogg. Ann. 47. p. 463—466. 1839.

Beschreibung einiger einfachen und leicht zu behandelnden Vorrichtungen zur Anstellung der Licht-Interferenz-Versuche. Pogg. Ann. 49. p. 98—109. 1840.

Ueber die Definition des Tones, nebst daran geknüpfter Theorie der Sirene und ähnlicher tonbildender Vorrichtungen. Pogg. Ann. 59. p. 497—565. 1843.

Noch ein Paar Worte über die Definition des Tones. Pogg. Ann. 62. p. 1 bis 18. 1844.

Galvanische Einzelheiten. Pogg. Ann. 63. p. 389—405. 1844.

Beiträge zur Molecular-Physik. I. Bd.: Elemente der analytischen Geometrie im Raume am schiefwinkligen Coordinatensysteme. Nürnberg, 1849.

Erklärung aller in einaxigen Krystallplatten zwischen geradlinig polarisirtem Lichte wahrnehmbaren Interferenz-Erscheinungen in mathematischer Form mitgetheilt. Abhandl. der k. bayr. Akad. d. W. 7. p. 43—149; 267—369. 1852 und 1853.

Ueber eine Interferenz-Erscheinung bei einaxigen Krystallplatten in geradlinig polarisirtem Lichte. (Entnommen aus der Einleitung zur vorhergehenden Abhandlung). Pogg. Ann. 90. p. 327—332. 1853.

Grundzüge der Physik als Compendium zu seinen Vorlesungen. Nürnberg 1854.
